

основном состоянии двумерной разбавленной изинговской системы в случае сильных межузельных зарядовых корреляций,  $V/J \gg 1$ , с помощью данных о магнитной энтропии системы.

Список публикаций:

- [1] S. Katsura, B. Tsujiyama, *Ferro- and Antiferromagnetism of Dilute Ising Model*, in: C. Domb (Ed.), *Proceedings of the Conference on Phenomena in the Neighborhood of Critical Points*, National Bureau of Standards, Washington, D.C., 1965: pp.219-224  
[2] A V Shadrin, V A Ulitko, Y D Panov, 2019 *J. Phys.: Conf. Ser.* 1389 012088

## Моделирование магнитоэлектрических и поверхностных свойств в сверхрешетках и нанопленках мультиферроиков

Юлдашева Алина Рифовна

Нугаева Нурия Мазитовна, Нугуманов Айдар Гайсович  
Баширский государственный университет

Шарафуллин Ильдус Фанисович  
[alina.yuldasheva.92@mail.ru](mailto:alina.yuldasheva.92@mail.ru)

В последнее время наблюдается высокий интерес к магнитоэлектрическим свойствам многослойных тонких пленок или сверхрешеток [1-3], что обусловлено возможностью их практического применения в различных областях электроники, таких как микроэлектроника, спинтроника [4] и оптоэлектроника.

В нашей работе исследуются особенности фазовые переходы в сверхрешетке двумя параметрами порядка с помощью моделирования методами Монте-Карло. Рассматриваемая сверхрешетка мультиферроика состоит из чередующихся ферромагнитных и сегнетоэлектрических пленок, состоящих из нескольких атомарных слоев (Моделирование выполняется для пленок с толщинами от 4 до 16 атомарных слоев). Гамильтониан сверхрешетки мультиферроика запишем в виде:

$$H = H_m + H_f + H_{mf} \quad (1)$$

здесь  $H_m$  - гамильтонианом ферромагнитной подсистемы,  $H_f$  - гамильтониан сегнетоэлектрической подсистемы, и  $H_{mf}$  - гамильтониан магнитоэлектрической связи между магнитной и сегнетоэлектрической пленками.

Исследовано влияние температуры, внешних магнитных и электрических полей, магнитоэлектрической связи и поверхностных эффектов на магнитоэлектрическую сверхрешетку. Магнитная подсистема в данной работе моделируется как кубическая решетка со спинами Гейзенберга. Электрическая поляризация  $(0, \pm 1)$  была случайным образом задана на каждом узле кубической решетки сегнетоэлектрической пленки.

Обнаружено изменение характера фазового перехода при увеличении величины параметра магнитоэлектрического взаимодействия. Построена фазовая диаграмма, которая показывает, что магнитные и сегнетоэлектрические фазовые переходы тесно связаны. Интерфейсный магнитный и сегнетоэлектрический слои проявляют существенно различный характер по сравнению с внутренними слоями.

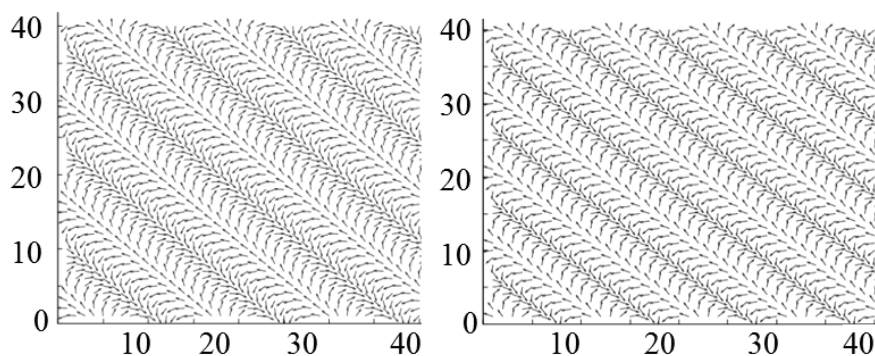


рис.1. Основное состояние интерфейсного ферромагнитного слоя для  $J^m = J^f = 1$ ,  $J^{mf} = -0.75$  (слева) и  $J^{mf} = -0.9$  (справа).

Список публикаций:

- [1] Шарафуллин И.Ф., Нугаева Н.М., Харрасов М.Х. // Письма о материалах. 2019. Т.9. №4. С.499-503.  
[2] Sharafullin I.F., Diep H.T. // Symmetry .2020. 12(1), P.26.  
[3] Kharrasov M.Kh., Kyzrgulov I.R., Sharafullin I.F., Nugumanov A.G. // Solid State Phenomena .2015. 233-234. P. 383-387.  
[4] Пятаков А. П. , Звездин А. К. // УФН. 2012, Т. 182. № 6. С. 593–620 .